Swynnerton, G. H. (1959): A tentative grouping of the species of the genus *Crocidura* Wagler, 1832 (Insectivora: Soricidae). Durban Mus. Novit. **5** (14), 185–189.
Thomas, M. R. O. (1895): Descriptions of five new African shrews. Ann. Mag. nat. Hist. (6) **16**, 51–55.
Trouessart, E.-L. (1897): Catalogus mammalium tam viventium quam fossilium. Vol. I. Berlin, 1–664.
Yalden, D. W.; Largen, M. J.; Kock, D. (1976): Catalogue of the mammals of Ethiopia. 2. Insectivora and Rodentia. Monitore zool. ital. **8** (1), 1–118.

Authors' addresses: Dr. Rainer Hutterer, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Adenauerallee 150–164, D-5300 Bonn 1; Paulina D. Jenkins, British Museum (Natural History), Cromwell Road, London SW7 5BD, England

Untersuchungen zur Echoortung im Gruppenflug bei Mausschwanzfledermäusen *(Rhinopoma microphyllum)*

Von U. Schmidt und G. Joermann

Zoologisches Institut der Universität Bonn

Eingang des Ms. 13. 12. 1982

Abstract

Echolocation behaviour during group flight in Rhinopoma microphyllum (Chiroptera)

Investigated were the echolocation sounds of *Rhinopoma microphyllum* during single and group flights under laboratory conditions. In a 3-m-flight-tunnel and when flying in a large room exclusively FM-sounds with 5 to 7 harmonics were registered. Each of the 6 experimental animals had an individual frequency range of the harmonics that remained unchanged during group flights. Duration and temporal pattern of the sounds did not alter under these conditions either.

The only response to the acoustic activity of conspecifics consisted in a rise of sound intensity up to 20 dB. A similar reaction was observed when flying in the presence of noise.

Einleitung

Die insektenfressende Große Mausschwanzfledermaus, *Rhinopoma microphyllum*, besiedelt aride Gebiete von Indien bis zum Sudan (Harrison 1964). Sie bewohnt Höhlen und alte Bauwerke in Kolonien, die mehr als 1000 Individuen umfassen können (Brosset 1961). Kulzer (1966) untersuchte die Anpassung von *Rhinopoma* an das Wüstenklima; weitergehende Untersuchungen zur Biologie dieser Fledermaus fehlen.

Aus morphologischen Gründen werden die Vertreter der Familie Rhinopomatidae zu den primitivsten Fledermausformen gerechnet (Findley et al. 1972; Koopman 1982). Auch die Ortungslaute, die erstmals von Möhres und Kulzer (1956) beschrieben wurden, werden wegen ihrer flachen Frequenzmodulation und des Aufbaus aus vielen Harmonischen als ursprünglich angesehen (Simmons 1980).

Habersetzer (1981) beobachtete bei Freilanduntersuchungen an *R. hardwickei*, daß außer dem im Labor zu registrierenden kurzen FM-Laut, im freien Gelände auch ein langer, konstantfrequenter Ortungslaut (CF-Typ) vorkommt. Fliegen mehrere Mausschwanzfledermäuse dicht beisammen, verlagern sie die Frequenz dieses Lautes so, daß keine Frequenzüberschneidung zwischen den einzelnen Individuen auftritt.

U.S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/83/4804-0201 $ 02.50/0
Z. Säugetierkunde 48 (1983) 201–210

ISSN 0044-3468 / InterCode: ZSAEA 7

Gruppenflüge sind jedoch nicht nur im Freien, sondern viel häufiger in den Tagesquartieren zu beobachten. Diese Situation läßt sich unter Laborbedingungen annähernd simulieren. Es kann dabei analysiert werden, inwieweit das Ortungsverhalten durch die Laute der mitfliegenden Fledermäuse beeinflußt wird.

Material und Methode

Als Versuchstiere (Vt) dienten 6 (4 ♂♂, 2 ♀♀) *Rhinopoma microphyllum* (Abb. 1) aus der Umgebung von Kairo. Zum Zeitpunkt der Experimente waren die Fledermäuse seit ein bis zwei Jahren in Laborhaltung, wo sie ausschließlich mit Mehlkäferlarven *(Tenebrio molitor)*, denen einmal wöchentlich ein Multivitaminpräparat und Futterkalk beigemischt war, gefüttert wurden.

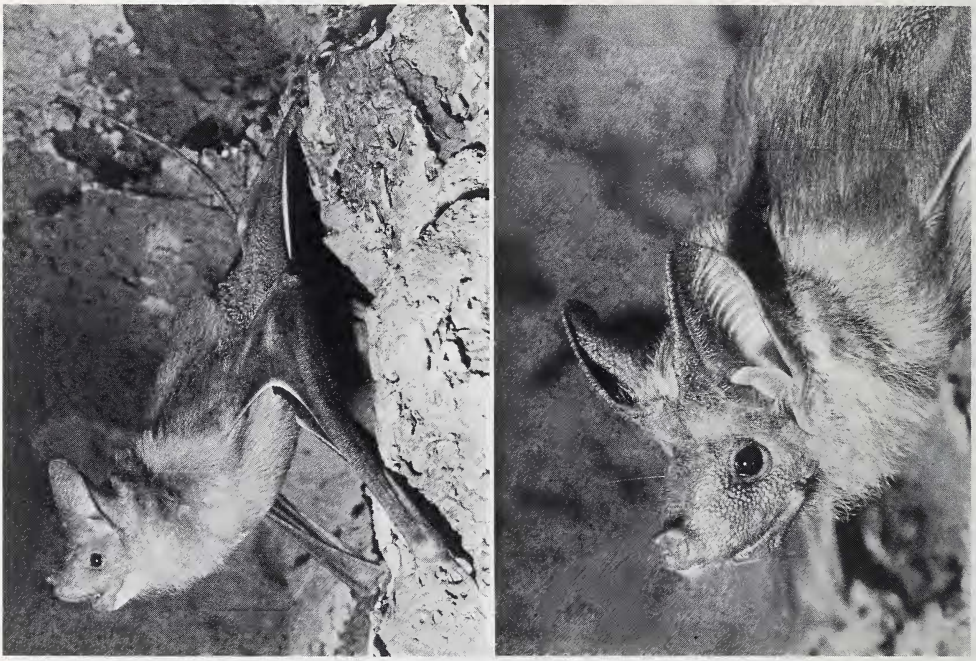


Abb. 1. Große Mausschwanzfledermaus *(Rhinopoma microphyllum)*

Drei der Vt (A, B, C) wurde in einem großen Raum (11,5 × 8,5 × 3,2 m) ein Flugweg andressiert (9 m Flugstrecke), die Untersuchung der übrigen Tiere (D, E, F) erfolgte in einem Flugtunnel (3 × 0,8 × 0,8 m), in dem sich der Flugweg mit Hilfe von 4 Lichtschrankenreihen verfolgen ließ (Aufbau des Flugtunnels s. Rother und Schmidt 1982). In beiden Versuchssituationen wurden die Ortungslaute bei Flügen der Einzeltiere und bei gemeinsamen Flügen (2er-Gruppen in allen Kombinationen; 3er-Gruppen) registriert und analysiert. Einzelflüge der Vt D–F wurden auch bei Beschallung mit „weißem" Rauschen (Frequenzbereich 25 Hz – 20 kHz) durchgeführt. Der Lautsprecher war dabei an der Landewand plaziert; die Lautstärke betrug 80 dB in 10 cm bzw. 67 dB RMS (rel. 2×10^{-5} N/m^2) in 2 m Entfernung.

Die Laute wurden mit einem Ultraschallmikrofon (Brüel & Kjaer 4135) über einen Meßverstärker (B & K 2607) auf einem Hochfrequenztonband (Lennartz 6000/500; linearer Frequenzbereich der Einheit: 10–100 kHz) aufgenommen; die Analyse erfolgte mit Hilfe von Sonagraph (Kay-Electric 7029), Frequenzspektrograph (Nicolet UA 500 A) sowie Oszillograph (Tektronix 502 A) und Laufbildkamera (Tönnies Recordine).

Ergebnisse

Ortungsverhalten im Flugtunnel

Die Ortungslaute von *R. microphyllum* bestehen aus 5–7 abwärts frequenzmodulierten Harmonischen. Am intensivsten sind die Harmonischen 2 bis 5 (Abb. 2). Die Dauer der Laute beträgt in der Mitte des Flugtunnels 1,8–2 ms. Beim Einzelflug senden die Vt auf dem ersten Drittel der Flugstrecke die Ortungslaute in 2er-Gruppen aus; 120 bis 200 cm vor der Zielwand setzen 3er- bis 5er-Gruppen ein; direkt vor der Landung wird eine Schlußgruppe aus 9 bis 13 Lauten abgegeben. Im Gruppenflug bleibt dieses Lautmuster erhalten. Die individuelle Lautabgabe ist völlig unabhängig vom Ortungsverhalten mitfliegender Fledermäuse, eine zeitliche Abstimmung nicht feststellbar.

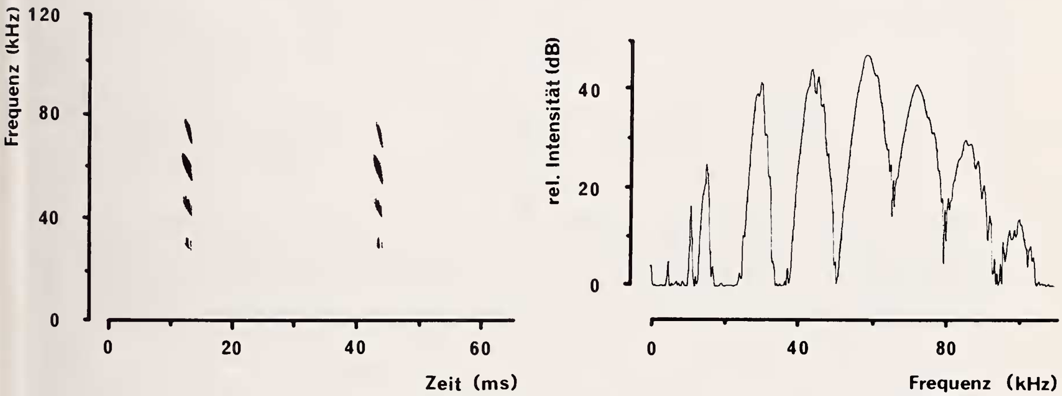


Abb. 2. Ortungslaut von *R. microphyllum. Links:* Sonagramm; *rechts:* Frequenzspektrogramm

Für den Vergleich zwischen Einzel- und Gruppenflügen wurden Dauer, Frequenzaufbau und Intensität der Laute analysiert. Zur Auswertung gelangten nur Gruppenflüge, bei denen die Vt maximal in einem Abstand von 40 cm hintereinander flogen. Hierbei konnten die Laute den einzelnen Individuen anhand der Oszillographenfilme und Spektrogramme eindeutig zugeordnet werden.

Da sich die Dauer der Laute während des Fluges verändert, wurden für die Analyse dieses Parameters jeweils die Laute herangezogen, die nach Passieren der 3. Lichtschranke (120 cm vor dem Ziel) zu registrieren waren (n: 4 Einzelflüge/Individuum; 3 Gruppenflüge/Kombination). Die Dauer wurde sowohl am Oszillographen als auch anhand von Sonagrammen bestimmt. Die individuelle Lautdauer unterscheidet sich beim Einzelflug nicht signifikant von der im Gruppenflug (Tab. 1).

Zur Charakterisierung des Frequenzgehaltes wurde jeweils die 2. Harmonische ausgemessen. Sowohl die oberen und unteren Frequenzgrenzen (10 dB unter dem Maximalwert)

Tabelle 1

Dauer der Ortungslaute (ms; $\bar{x} \pm s$) bei Einzelflügen und Flügen in 2er-Gruppen

Vt	Einzelflüge (n = 20)	Gruppenflüge (n = 30)
D	1,9 ± 0,2	2,0 ± 0,2
E	1,7 ± 0,1	1,6 ± 0,1
F	2,0 ± 0,3	1,8 ± 0,3

als auch die sich daraus ergebenden Mittenfrequenzen wurden in die Berechnung einbezogen. Die 10-dB-Grenzen erfassen ca. 2/3 des gesamten durchlaufenen Frequenzbereiches (Tab. 2). Der Frequenzaufbau aller Laute von 3 Einzelflügen / Tier und 2 Gruppenflügen / 2er-Kombination wurden bestimmt und graphisch dargestellt. Zur statistischen Berechnung wurden die Mittelwerte der Mittenfrequenzen der Laute zwischen den Lichtschranken herangezogen. Bei den Kombinationsflügen war dabei einem Individuum die Flugstrecke zugeordnet, vom anderen wurden die zeitgleichen Laute ausgewertet.

Tabelle 2

Frequenzen der 2. Harmonischen (10 dB unter Maximalwert bzw. gesamter Bereich) bei Einzelflügen

Die Laute wurden 120–200 cm vor der Landewand abgegeben

Vt	n	10-dB-Grenzen ($\bar{x} \pm s$)	Gesamter Frequenzbereich ($\bar{x} \pm s$)
D	23	27,3 ± 0,4 – 30,9 ± 0,7	25,6 ± 0,5 – 32,6 ± 0,5
E	20	25,0 ± 0,5 – 30,4 ± 0,7	23,4 ± 0,4 – 33,5 ± 0,5
F	17	27,4 ± 0,6 – 33,0 ± 0,9	25,7 ± 0,4 – 35,4 ± 0,7

Der Frequenzbereich der Ortungslaute ist bei den einzelnen Fledermäusen recht konstant (Tab. 3) und verändert sich auch im Laufe des Fluges nicht (unregelmäßige Schwankungen ± 1 kHz; Abb. 3). Zwischen den Vt finden sich jedoch charakteristische Unterschiede, die bis zu 2 kHz betragen können. Bei den Gruppenflügen bleibt die

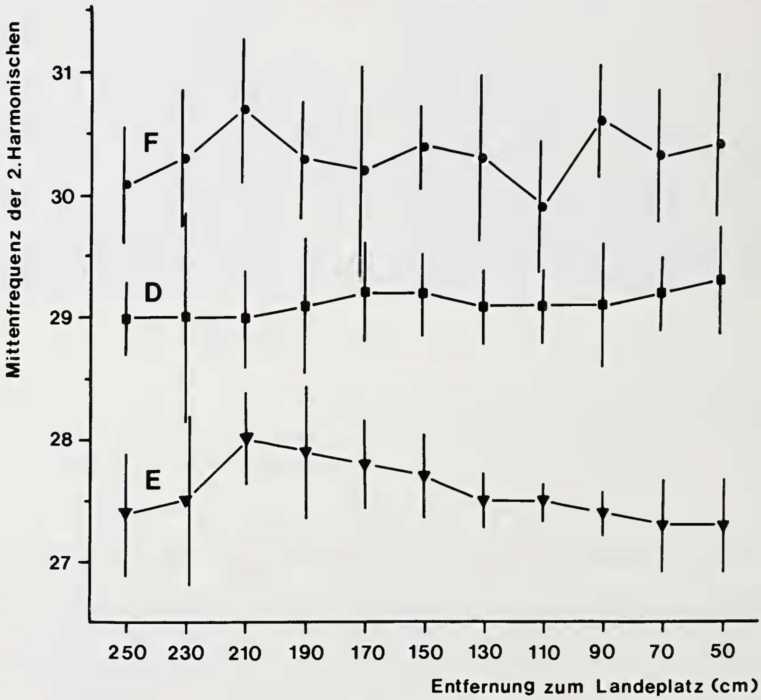


Abb. 3. Mittenfrequenzen der 2. Harmonischen der Vt D, E und F beim Einzelflug durch den Tunnel. $\bar{x} \pm s$ für 20-cm-Abschnitte (n = 3 Flüge/Tier)

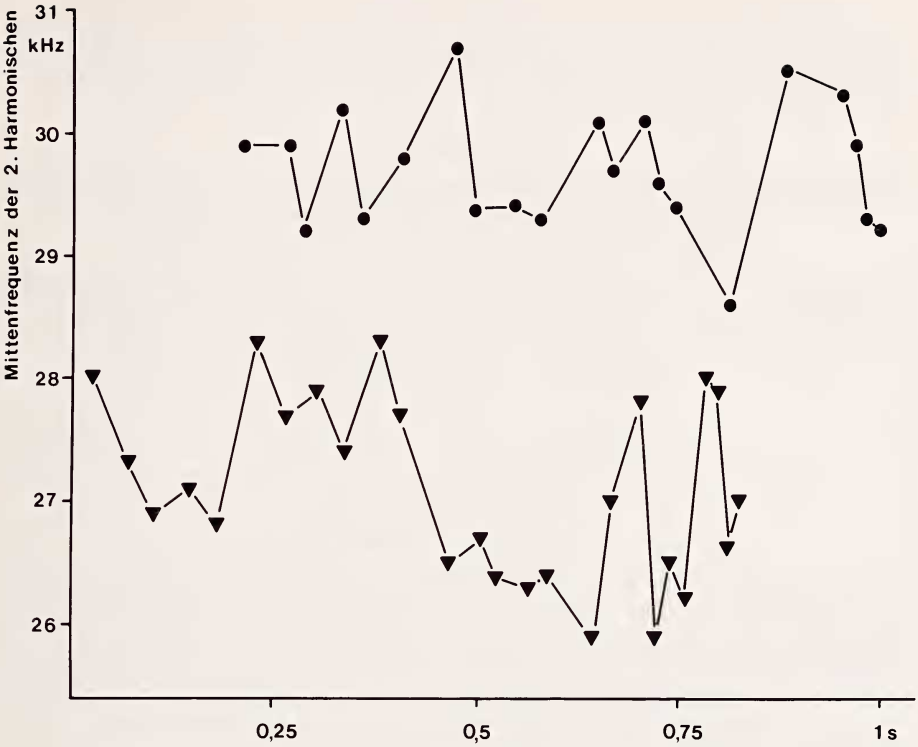


Abb. 4. Mittenfrequenzen der 2. Harmonischen der Ortungslaute während eines gemeinsamen Fluges der Tiere E ▼ und F ●

individuelle Mittenfrequenz erhalten (Abb. 4). Die geringfügigen Abweichungen zu den Einzelflügen lassen sich statistisch nicht absichern (Tab. 3). Der Frequenzbereich der 2. Harmonischen (10-db-Grenzen) erweitert sich jedoch um 0,5–2,5 kHz.

Zum Vergleich der Intensität wurde der Schalldruck von 1 und 2 m vor der Landewand abgegebenen Lauten gemessen und auf einen Abstand von 10 cm zum Maul der Tiere umgerechnet (Joermann und Schmidt 1981). Bei den Einzelflügen liegt die mittlere Lautintensität bei 108–110 dB SPL; es fanden sich keine individuellen Differenzen. Eine

Tabelle 3

Mittenfrequenzen (kHz) der 2. Harmonischen bei Einzel- und Gruppenflügen der Tiere D, E und F

a: Laute 200–270 cm, b: 40–120 cm vor Landewand

Vt		Einzelflüge $\bar{x} \pm s$ (n)	Kombination D–E $\bar{x} \pm s$ (n)	Kombination D–F $\bar{x} \pm s$ (n)	Kombination E–F $\bar{x} \pm s$ (n)
D	a	29,0 ± 0,6 (23)	28,8 ± 0,7 (24)	28,6 ± 0,5 (23)	
	b	29,2 ± 0,4 (39)	28,8 ± 0,4 (28)	28,6 ± 0,4 (26)	
E	a	27,7 ± 0,7 (19)	27,2 ± 0,5 (26)		27,4 ± 0,7 (24)
	b	27,4 ± 0,3 (33)	26,9 ± 0,7 (28)		27,0 ± 0,9 (27)
F	a	30,3 ± 0,6 (20)		29,2 ± 0,5 (23)	29,6 ± 0,6 (20)
	b	30,2 ± 0,6 (36)		29,6 ± 0,6 (19)	29,8 ± 0,6 (28)

beträchtliche Intensitätssteigerung ist bei den Gruppenflügen zu verzeichnen. Schon wenn 2 Tiere zusammen fliegen, erhöht sich der Schalldruck im Mittel um ca. 15 dB; die Maximalwerte differieren sogar um 20 dB. Bei 3er-Gruppen tritt keine weitere Intensitätssteigerung mehr auf (Tab. 4).

Tabelle 4

Intensität der Ortungslaute (dB SPL; Peak-Werte, umgerechnet auf 10 cm vor dem Maul der fliegenden Fledermaus) in 1 bzw. 2 m Abstand vor der Landefläche

Mittel- und Maximalwerte bei Einzel- und Kombinationsflügen

Abstand vom Ziel	Einzelflüge (n = 36)	2er-Gruppen (n = 36)	3er-Gruppen (n = 36)
2 m	108,6 ± 2,3 (max. 113)	124,8 ± 2,4 (max. 132)	127,1 ± 2,8 (max. 132)
1 m	109,8 ± 2,6 (max. 114)	126,0 ± 3,6 (max. 135)	129,2 ± 5,7 (max. 135)

Echoortung im freien Flug

Die größten Unterschiede zu Flügen unter den räumlich stark eingeschränkten Bedingungen des Tunnels finden sich bei der Lautdauer. Auf der 9 m langen Flugstrecke gaben die Fledermäuse bei geringer Wiederholrate (11–17 Laute/s) bis 4 ms lange Laute ab, im Vergleich zu max. 2 ms im Flugtunnel (Abb. 5). Auffallend ist bei den Flügen im großen Raum die gleichmäßige Abnahme der Dauer der Laute (auf ca. 1 ms) in der Landephase. Die Regressionsanalyse ergab eine Steigung der Anpassungsgeraden von $5{,}2 \cdot 10^{-3}$ (r = 0,99), d.h. eine Verkürzung der Laute um ca. 0,5 ms/100 ms.

Die Laute besitzen einen hyperbolischen Frequenzverlauf mit einem steilen Frequenzabfall am Anfang, der sich gegen Ende des Lautes hin abflacht. Häufig findet sich ein gering intensiver Anfangsteil, in dem ein leichter Frequenzanstieg zu verzeichnen ist (Abb. 6). Bei den langen Lauten in der Mitte der Flugstrecke beträgt die Frequenzmodulation max. 3 kHz/ms (bezogen auf die 2. Harmonische); in der Schlußgruppe nimmt die Frequenzmodulation drastisch zu (max. 10 kHz/ms).

Die Mittenfrequenzen von je 15 Einzel- und Gruppenflügen wurden statistisch verglichen. Hinsichtlich dieses Parameters unterscheiden sich die Laute, die 200–400 ms vor der Landung abgegeben wurden, nicht von denen, die 600–800 ms früher ausgestoßen wurden. Auch die Vt A–C besitzen individuell charakteristische Mittenfrequenzen, die sich in den 2er-Kombinationsflügen nicht ändern (Tab. 5). Hierbei läßt sich nur Vt C von den beiden anderen Fledermäusen unterscheiden; A und B besitzen einen so ähnlichen Frequenzbereich, daß eine Identifizierung dieser Tiere in den Gruppenflügen nicht möglich war.

Bei den Flügen im großen Raum läßt sich die Intensitätssteigerung im Gruppenflug bestätigen. Da hierbei der Abstand der Tiere zum Mikrofon nicht definiert werden kann,

Tabelle 5

Mittenfrequenzen (kHz) der 2. Harmonischen bei Einzel- und Gruppenflügen der Tiere A, B und C

Vt	Einzelflüge $\bar{x} \pm s$ (n)	Kombination B–C $\bar{x} \pm s$ (n)	Kombination A–C $\bar{x} \pm s$ (n)
A	29,3 ± 0,5 (20)		29,6 ± 0,4 (13)
B	29,5 ± 0,3 (27)	30,3 ± 0,6 (20)	
C	28,1 ± 0,5 (24)	28,1 ± 0,6 (20)	28,3 ± 0,4 (13)

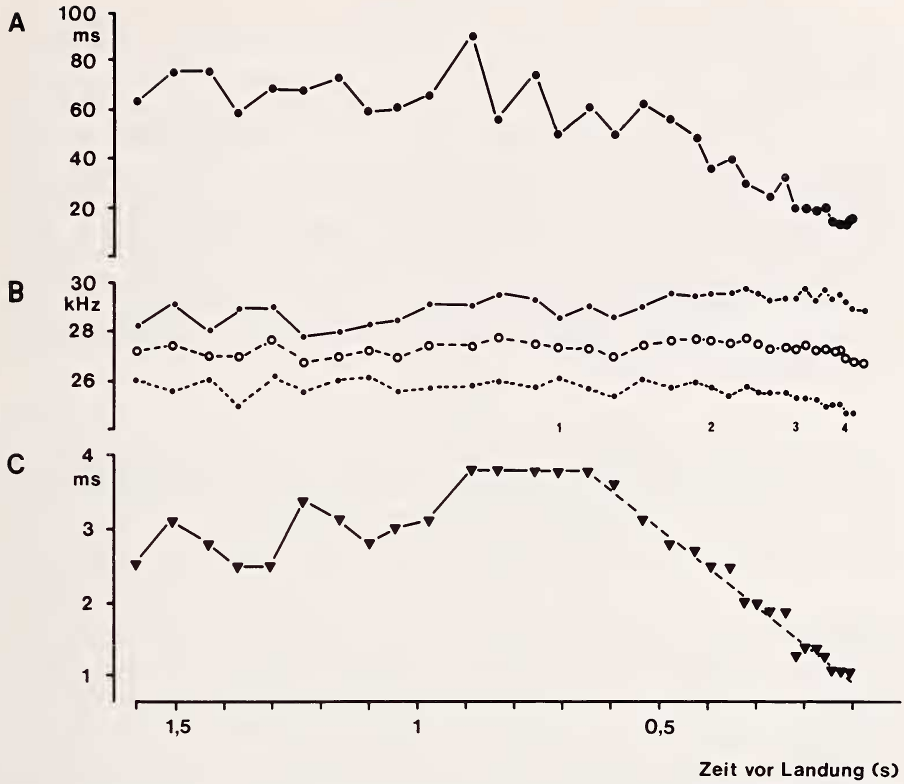


Abb. 5. Intervallzeit (A), Frequenz (B) und Dauer (C) der Laute eines *R. microphyllum* beim Flug in einem großen Raum. In B ist der Frequenzbereich der 2. Harmonischen (10-dB-Grenzen) und die sich daraus ergebende Mittenfrequenz aufgetragen; die Zahlen 1–4 kennzeichnen die in Abb. 6 dargestellten Laute. Für die Abnahme der Lautdauer in der Landephase wurde die Regressionsgerade berechnet (punktierte Linie in C)

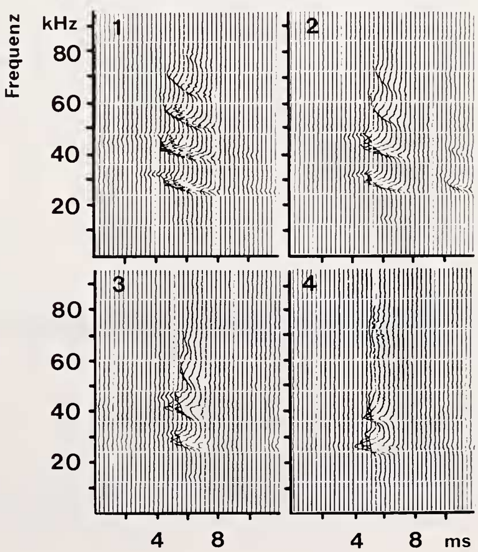


Abb. 6. Aufbau von Ortungslauten, die beim Flug in einem großen Raum abgegeben wurden (die Laute 1–4 sind in Abb. 5 gekennzeichnet). Ordinate: Frequenz (kHz), Abszisse: Zeit (zeitlicher Abstand der Linien 0,3 ms); die Amplituden der im jeweiligen Zeitraum auftretenden Frequenzen sind durch die Stärke der Ausbauchung der Kurzzeitspektrogramme charakterisiert (Überlappung 50 %)

sind nur qualitative Aussagen möglich. Wie im Flugtunnel sind auch bei diesem Experiment im Gruppenflug am Meßverstärker um ca. 20 dB höhere Maximalwerte ablesbar als im Einzelflug.

Einfluß von Umgebungsgeräuschen auf das Ortungsverhalten

Im Laufe der Versuche zeigte sich, daß *R. microphyllum* nicht nur im Gruppenflug die Intensität der Ortungslaute erhöht, sondern in gleicher Weise auch auf andere akustische Reize reagiert (z. B. Peil- und Soziallaute anderer Fledermausarten, Zischen). Durch Beschallung mit „weißem" Rauschen sollte diese Reaktion systematisch geprüft werden.

In diesem Experiment wurden vier Situationen untersucht: Kontrollflüge, Dauerrauschen während des gesamten Fluges, Beginn und Beendigung der Beschallung nach ca. $^{1}/_{3}$ der Flugstrecke. Analysiert wurden die Laute in 2 m (vor dem Umschalten) und 1 m Entfernung vor der Landewand.

Tabelle 6

Lautintensität (dB SPL, Peak-Werte) in 1 bzw. 2 m Abstand vom Landeplatz (umgerechnet auf 10 cm vor dem Maul des Vt) bei Kontrollflügen, Dauerrauschen und bei Anschalten des Rauschens nach Passieren der 2-m-Marke

		D		E		F	
		2 m	1 m	2 m	1 m	2 m	1 m
Kontrolle	$\bar{x}$	109,7	105,8	111,1	109,0	111,2	105,3
	s (n)	1,4 (6)	1,9 (8)	2,2 (24)	2,3 (23)	1,4 (14)	1,9 (14)
Dauer-	$\bar{x}$			119,9	121,5	119,4	118,6
rauschen	s (n)			2,0 (26)	1,6 (28)	1,0 (18)	1,6 (20)
Rauschen	$\bar{x}$	111,0	120,1	109,5	117,9	109,9	115,6
„an"	s (n)	2,0 (6)	2,3 (4)	1,2 (6)	2,2 (10)	2,6 (9)	1,7 (7)

Bei Dauerrauschen ist die Lautintensität um ca. 10 dB größer als bei den nicht beschallten Kontrollflügen (Tab. 6; Vt D war bei Dauerrauschen nicht zum Fliegen zu bewegen). Lautdauer und Frequenz bleiben wie im Gruppenflug unverändert; der Frequenzbereich erweitert sich geringfügig. Bei plötzlicher Beschallung während des Fluges läßt sich die Reaktionsgeschwindigkeit ermitteln. Die Erhöhung der Lautintensität tritt 50–80 ms nach Beginn des Rauschens auf und erreicht nach ca. 100 ms die volle Reaktion (Abb. 7). Wird das Rauschen während des Fluges unterbrochen, so nimmt die Intensität ab. Im Gegensatz zur „an"-Reaktion erfolgt die Abnahme langsamer und z. T. unvollständig.

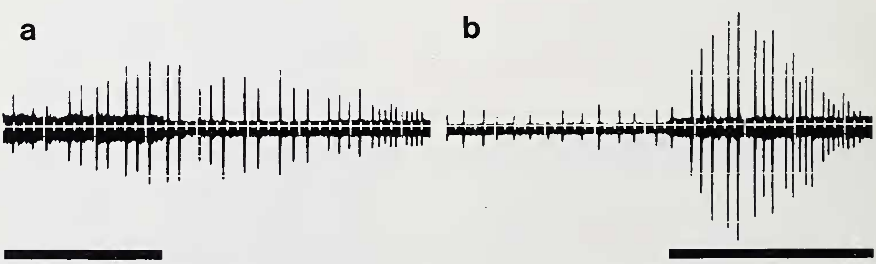


Abb. 7. Oszillogramme der Ortungslaute beim Flug (von links nach rechts) mit partieller Beschallung durch Rauschen (schwarze Balken). a: Abschalten der akustischen Störung, b: Anschalten des Rauschens während des Fluges

Diskussion

Die Echoortung im Gruppenflug stellt ein bisher ungelöstes Problem der Fledermausforschung dar. Besonders in den Tagesquartieren und beim Ausflug zum Nahrungserwerb kann man häufig viele Individuen gleichzeitig auf engem Raum fliegend beobachten. Es ist anzunehmen, daß dabei die Echoortung durch die Laute der mitfliegenden Artgenossen beeinflußt wird. Die Ortungslaute dieser Fledermäuse stellen eine intensive und komplizierte Geräuschkulisse dar, aus der jedes Individuum das Echo der eigenen Laute heraushören und identifizieren muß. Auch in freier Umgebung fliegen Fledermäuse oft dicht zusammen. Miller und Degn (1981) konnten beobachten, daß in dieser Situation *Pipistrellus pipistrellus* CF-Laute in unterschiedlichen Frequenzbändern benutzt; eine ähnliche Reaktion fand Habersetzer (1981) bei *Rhinopoma hardwickei.*

Die Störanfälligkeit der Echoortung scheint extrem gering zu sein (Webster 1967). Auch in unseren Experimenten wurde der Flug durch die Laute anderer Fledermäuse nicht beeinträchtigt. Allerdings tendierten die Tiere dazu, im Flugraum einen größeren Abstand zu halten. In den hier untersuchten Flugsituationen bestand die Anpassung an den Gruppenflug allein darin, die Intensität der Laute um bis zu 20 dB (10facher Schalldruck) zu erhöhen. Diese Intensitätssteigerung ist sehr unspezifisch, da sie nicht nur als Reaktion auf arteigene Laute, sondern bei allen akustischen Störungen, selbst solchen, die außerhalb des Frequenzbereiches der Orientierungslaute liegen, auftritt. Eine Intensitätserhöhung bei Störung mit Rauschen fanden auch Griffin et al. (1963) bei *Plecotus townsendii* und Simmons et al. (1978) bei *Eptesicus fuscus.*

In unseren Versuchssituationen konnten ausschließlich kurze FM-Laute registriert werden; bis 50 ms lange CF-Laute, wie sie Habersetzer (1981) bei *R. hardwickei* beschreibt, traten nicht auf. Von anderen Fledermausarten (*P. pipistrellus, Nyctalus noctula*; Pye 1978) ist bekannt, daß CF-Laute nur im Freiland produziert werden, während unter Laborbedingungen ausschließlich FM-Laute vorkommen. Es ist daher möglich, daß auch *R. microphyllum* in der adäquaten Situation CF-Laute verwendet. Eine Tendenz zur Verlängerung der Laute mit gleichzeitiger Verringerung der Frequenzmodulation fand sich beim Flug im großen Raum.

Bei CF-Lauten ist die Frequenz das einzige spezifische Charakteristikum. Bei Störung durch gleichartige Laute bietet die Frequenzveränderung den Vorteil, das eigene Echo wiederzuerkennen. FM-Laute besitzen hingegen bessere Möglichkeiten zur individuellen Charakterisierung. Zum einen sind die Frequenzparameter differenzierter. Anfangs- und Endfrequenz bestimmen einen Frequenzbereich, innerhalb dessen eine individuelle Frequenz betont werden kann. Wie die spektrographische Analyse gezeigt hat, besitzt jedes Tier ein individuelles Frequenzmuster, das sich auch im Gruppenflug nicht ändert und über lange Zeit (Messung in 4 Monaten Abstand) konstant bleibt. Weiterhin können die Laute durch ihre Dauer und Wiederholrate charakterisiert werden. So kann jedes Echo anhand der Frequenz- und Zeitparameter dem zugehörigen Ortungslaut zugeordnet werden. Diese Individualität der kurzen FM-Laute läßt sie besonders geeignet erscheinen, bei Störung durch viele fremde Lautquelle, z. B. durch Ortungslaute der Artgenossen, identifizierbare Echos zu bilden. Im Gegensatz zu den CF-Lauten sind die FM-Laute im Verhältnis zu den Intervallen sehr kurz (min. 1:15). Daher ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß das eigene Echo in eine Zeit fällt, in der weder fremde Ortungslaute noch Echos auftreten, die das schwache Signal maskieren können.

Besonders beim Flug in bekannter Umgebung, z. B. den Tagesquartieren – eine Situation, wie sie im Flugtunnel simuliert wurde –, darf die Bedeutung des Ortsgedächtnisses nicht unterschätzt werden (Neuweiler und Möhres 1967). Es genügt hierbei relativ wenig Information über die Umgebung, um die eigene Position zu bestimmen. Bei der großen Lautdichte (10 Laute/m in der Mitte des Flugtunnels) sind die Fledermäuse zur exakten Orientierung dabei wahrscheinlich nicht auf jedes Echo angewiesen.

Danksagungen

Wir danken Herrn Shebl Shaalan für die Beschaffung der Fledermäuse, Frau Karin Martensmeier für die Tierversorgung und technische Assistenz und der Deutschen Forschungsgemeinschaft für finanzielle Unterstützung.

Zusammenfassung

Bei der Großen Mausschwanzfledermaus *(Rhinopoma microphyllum)* wurde unter Laborbedingungen das Ortungsverhalten bei Einzel- und Gruppenflügen untersucht. Sowohl in einem 3 m langen Flugtunnel als auch beim Flug in einem größeren Raum wurden ausschließlich FM-Laute (bis max. 2 bzw. 4 ms Dauer) registriert. Der Frequenzaufbau der Laute der 6 Versuchstiere unterschied sich geringfügig. Diese individuelle Frequenzzusammensetzung blieb im Gruppenflug unverändert; desgleichen beeinflußten mitfliegende Artgenossen die Dauer und das zeitliche Muster der Laute nicht. Dagegen wurde im Gruppenflug die Intensität der Laute um bis zu 20 dB erhöht. Eine gleichartige Intensitätssteigerung fand sich auch bei Beschallung mit niederfrequentem Rauschen.

Literatur

Brosset, A. (1961): L'hibernation chez les chiroptères tropicaux. Mammalia **25**, 413–452.

Findley, J. S.; Studier, E. H.; Wilson, D. E. (1972): Morphologic properties of bat wings. J. Mammology **53**, 429–444.

Griffin, D. R.; McCue, J. J. G.; Grinnell, A. D. (1963): The resistance of bats to jamming. J. Exp. Zool. **152**, 229–250.

Habersetzer, J. (1981): Adaptive echolocation sounds in the bat *Rhinopoma hardwickei.* J. Comp. Physiol. **144**, 559–566.

Harrison, D. L. (1964): The mammals of Arabia. Vol. 1. London: Ernest Benn Ltd.

Joermann, G.; Schmidt, U. (1981): Echoortung bei der Vampirfledermaus, *Desmodus rotundus.* II. Lautaussendung im Flug und Korrelation zum Flügelschlag. Z. Säugetierkunde **46**, 136–146.

Koopman, K. F. (1982): A synopsis of the families of bats – Part II. Bat Research News **23**, 26–27.

Kulzer, E. (1966): Thermoregulation bei Wüstenfledermäusen. Natur und Museum **96**, 242–253.

Miller, L. E.; Degn, H. J. (1981): The acoustic behavior of four species of Vespertilionid bats studied in the field. J. Comp. Physiol. **142**, 67–74.

Möhres, F. P.; Kulzer, E. (1956): Untersuchungen über die Ultraschallorientierung von vier afrikanischen Fledermausfamilien. Zool. Anz. **19** Suppl., 59–65.

Neuweiler, G.; Möhres, F. P. (1967): Die Rolle des Ortsgedächtnisses bei der Orientierung der Großblatt- Fledermaus *Megaderma lyra.* Z. vergl. Physiol. **57**, 147–171.

Pye, J. D. (1978): Some preliminary observations on flexible echolocation systems. Proc. Fourth Int. Bat Res. Conf. 127–136. Nairobi: Kenya Literature Bureau.

Rother, G.; Schmidt, U. (1982): Der Einfluß visueller Information auf die Echoortung bei *Phyllostomus discolor* (Chiroptera). Z. Säugetierkunde **47**, 324–334.

Simmons, J. A. (1980): Phylogenetic adaptations and the evolution of echolocation in bats. Proc. Fifth Int. Bat Res. Conf. 267–278. Lubbock: Texas Tech Press.

Simmons, J. A.; Lavender, W. A.; Lavender, B. A. (1978): Adaptation of echolocation to environmental noise by the bat *Eptesicus fuscus.* Proc. Fourth Int. Bat Res. Conf. 97–104. Nairobi: Kenya Literature Bureau.

Webster, F. A. (1967): Interception performance of echolocating bats in the presence of interference. In: Animal sonar system, Vol. 1, 673–713. Ed. by R. G. Busnel. Jouy-en-Josas: Laboratoire de Physiologie Acoustique.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Uwe Schmidt und Gerhard Joermann, Zoologisches Institut der Universität, Poppelsdorfer Schloß, D-5300 Bonn